

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра информационных технологий и систем

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС

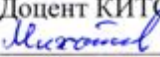
«25» декабря 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ И ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ

по направлению подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) Программное обеспечение вычислительной техники и
автоматизированных систем

СОГЛАСОВАНО
Зам. директора ИЭИС
 Е.А.Ариас
«24» декабря 2020 г.

Разработал
Доцент КИТС
 Д.В.Михайлов
«10» декабря 2020 г.

Принято на заседании КИТС
Протокол № 4 от 14.12 2020 г.
Заведующий кафедрой,
 Козлов РВ
«14» декабря 2020 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование компетенций у студентов по основам распознавания образов и обработки изображений (РО и ОИ), процесса машинного обучения и самообучения, а также приобретения навыков по работе с алгоритмами распознавания образов и обработки изображений, способствующих становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Задачи:

- а) знать теоретические основы распознавания образов, машинного обучения, цифрового представления и обработки изображений;
- б) уметь самостоятельно разрабатывать алгоритмы РО и ОИ и создавать программы, реализующие данные алгоритмы;
- в) владеть методами предварительной обработки изображений, методиками организации и проведения машинных экспериментов по обработке сигналов и изображений с применением пакетов MatLab и Scilab.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана основной профессиональной образовательной программы направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и направленности (профилю) Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем (далее – ОПОП).

В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Основы программирования: Алгоритмические языки и программирование», «Дискретная математика», «Структуры данных и алгоритмы», «Численные методы и программирование», «Базы данных», «Обработка экспериментальных данных на ЭВМ».

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

профессиональные:

- ПК-2 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности.

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
	ПК-2.3-1 Знать методы планирования проектных работ;	ПК-2.У-1 Уметь планировать проектные работы;	ПК-2.В-1 Владеть навыками планирования проектных работ;
ПК-2 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности	ПК-2.3-2 Знать методы целеполагания;	ПК-2.У-2 Уметь разрабатывать технико-экономическое обоснование;	ПК-2.В-2 Владеть навыками разработки технико-экономического
	ПК-2.3-3 Знать		

	методы концептуального проектирования		обоснования
--	---	--	-------------

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		8 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	5
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	56	56
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	88	88
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	Экзамен 36	Экзамен 36

Таблица 3 – Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам	
		8 семестр	9 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	5		5
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	16	2	14
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-		
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	128		128
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)	Экзамен 36		Экзамен 36

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Распознавание образов

- 1.1 Введение в распознавание образов.
- 1.2 Байесовский классификатор.
- 1.3 Оценка параметров и обучение с учителем.
- 1.4 Непараметрические методы.
- 1.5 Линейные методы классификации.
- 1.6 Обучение без учителя и группировка.

Раздел 2 Обработка изображений

- 2.1 Математическое описание непрерывных изображений.
- 2.2 Реальные системы восстановления изображений.
- 2.3 Реставрация и улучшение изображений.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 4 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины для очной формы обучения

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)					Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС	Экза мен		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР				
1.	Раздел 1 Распознавание образов	15	21		5		44	Собеседование, практическая работа
2.	Раздел 2 Обработка изображений	6	14		5		44	Собеседование, практическая работа
	Промежуточная аттестация							экзамен
	ИТОГО	21	35	-	10	36	88	

Таблица 5 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины для заочной формы обучения

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)					Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС	Экза мен		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР				
1.	Раздел 1 Распознавание образов	5	4				64	Собеседование, практическая работа
2.	Раздел 2 Обработка изображений	3	4				64	Собеседование, практическая работа
	Промежуточная аттестация							экзамен
	ИТОГО	8	8	-	0	36	128	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 6 – Методические рекомендации по организации лекционных занятий

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
Раздел 1 Распознавание образов		
1.	<i>Введение в распознавание образов.</i> Классическая постановка задачи распознавания образов. Объекты, классы и признаки. Распознавание образов в задачах обработки изображений. Краткие исторические сведения по возникновению и становлению дисциплины РО и ОИ. Обзор целей и задач РО и ОИ (информационная лекция)	1/0,5
2.	<i>Байесовский классификатор.</i> Теория классификации. Общий случай классификатора Байеса. Понятие разделяющих функций. Нормальное распределение, двумерный и одномерный случай (информационная лекция)	2/0,5
3.	<i>Оценка параметров и обучение с учителем.</i> Оценка максимального правдоподобия: случай нормального распределения. Проблемы размерности (информационная лекция)	3/1

	лекция)	
4.	<i>Непараметрические методы.</i> Оценка плотности распределения. Парzenовские окна. Оценка методом k_n ближайших соседей. Оценка апостериорных вероятностей. Правило ближайшего соседа. Аппроксимация путем разложения в ряд. Линейный дискриминант Фишера (информационная лекция)	3/1
5.	<i>Линейные методы классификации.</i> Линейные разделяющие функции и поверхности решений. Минимизация перцептронной функции критерия. Процедуры релаксаций. Минимизация квадратичной ошибки. Метод потенциальных функций (информационная лекция)	3/1
6.	<i>Обучение без учителя и группировка.</i> Оценка параметров по методу максимального правдоподобия. Случай гауссовских распределений. Простая приближенная процедура. Группировка, меры подобия. Критерии расстояния. Итеративная оптимизация. Иерархическая группировка. Алгоритмы «ближний» и «дальний» сосед. Случай неизвестного числа групп (информационная лекция)	3/1
Раздел 2 Обработка изображений		
9.	<i>Математическое описание непрерывных изображений.</i> Представление непрерывных изображений. Двумерные системы. Линейные операторы. Двумерное преобразование Фурье. Дискретизация непрерывных изображений. Реальные системы дискретизации изображений (информационная лекция)	2/1
10.	<i>Реальные системы восстановления изображений.</i> Способы воспроизведения изображений. Интерполяционные функции. Восстановление изображений	2/1
11.	<i>Реставрация и улучшение изображений.</i> Понятие субъективной и объективной оценки качества изображений. Преобразование гистограмм яркостей. Подавление шумов. Обработка с преобразованием. Медианная фильтрация (информационная лекция)	2/1
ИТОГО		21/8

Таблица 7 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Разработка программной модели сцены из графических примитивов (практическая работа)	7/1
2.	Программная реализация движения и масштабирования сцены (практическая работа)	7/1
3.	Создание модели для k классов (практическая работа)	7/2
4.	Оценки статистических характеристик классов (практическая работа)	7/2
5.	Разделяющие функции (практическая работа)	7/2
ИТОГО		35/8

Рекомендации по проведению практических занятий

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебной дисциплины.

1 Собеседование (контрольные вопросы).

2 Практическая работа

Студенты самостоятельно выполняют практические работы, получая задания и необходимые консультации у преподавателя.

Рекомендации по самостоятельной работе студента

По каждой теме студенты должны дополнительно самостоятельно изучить материал.

Оценка самостоятельной работы студентов по указанным темам проверяется в ходе контрольного собеседования.

6 Фонд оценочных средств учебного модуля

Фонд оценочных средств представлен в приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины представлено в приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера, выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	проектор, компьютер, экран, интерактивная доска	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Toolsfor Teaching) Standard		Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой)*		Договор №191/Ю	16.11.2020
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999. Node 1 year Educational Renewal License *		Договор №148/ЕП(У)20-ВБ, 1С1С-200914-092322-497-674	11.09.2020
Антиплагиат. Вуз.*		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365		свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-

* отечественное производство

Приложение А (обязательное)

Фонд оценочных средств учебной дисциплины «Распознавание образов и обработка изображений»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из:

- открытой части – это общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

- закрытой части – это фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Собеседование	Разделы 1 (5 тем); Раздел 2 (3 темы)	12,5х8	ПК-2
2.	Практические работы	Раздел 1, 2 (5 работ)	20х5	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	
	ИТОГО		250	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Собеседование

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>
Количество правильных ответов	1
Полнота ответов	
Понимание излагаемого материала	

Примерные вопросы для собеседования:

Раздел 1 Распознавание образов

Тема 1.1 Введение в распознавание образов

Цель: введение в распознавание образов, анализ и понимание изображений.

Контрольные вопросы

1. В чём состоит суть задач классификации?

2. Назовите основные составляющие модели классификации.
3. Каковы основные предпосылки возникновения беспризнакового распознавания?
4. В чём суть описательного (дескриптивного) подхода в распознавании образов?

Тема 1.2 Байесовский классификатор

Цель: введение в байесовскую теорию принятия решений.

Контрольные вопросы

1. На каком предположении базируется байесовская теория принятия решений?
2. Какую вероятность называют априорной, а какую – апостериорной?
3. Какая величина называется условным риском?
4. Сформулируйте понятие решающего правила.
5. Что понимается под правдоподобием и отношением правдоподобия?
6. Какую функцию потерь называют симметричной (нуль-единичной)?
7. В чём особенность представления байесовского классификатора посредством системы разделяющих функций?
8. Что понимается под границами областей решений?
9. Чем определяется одномерная нормальная плотность распределения?
10. Как описывается многомерная нормальная плотность распределения?
11. Какую величину называют махлановским расстоянием?
12. Какой классификатор называют классификатором по минимуму расстояния?
13. В чём особенность классификатора на основе линейных разделяющих функций (линейной машины)?
14. В чём разница составной и последовательной составной задач принятия решений?

Тема 1.3 Оценка параметров и обучение с учителем

Цель: введение в оценку параметров как основу реализации обучения с учителем.

Контрольные вопросы

1. Какое явление принято называть байесовским обучением?
2. В чём состоит содержательное различие обучения с учителем и обучения без учителя?
3. Что понимается под оценкой по максимуму правдоподобия для величины, задаваемой параметрическим вектором?
4. Дайте определение выборочного среднего.
5. Каким образом вычисляется несмещённая оценка ковариационной матрицы?
6. Какую плотность вероятности величины называют воспроизводящей плотностью?
7. В чём заключается рекурсивный байесовский подход к оценке параметров условных плотностей?
8. В каком случае говорят об идентифицируемой плотности вероятности?
9. В чём заключается эффект “проклятия размерности”?

Тема 1.4 Непараметрические методы

Цель: изучить фундаментальные непараметрические методы, наиболее значимые в статистической классификации образов.

Контрольные вопросы

1. В чём состоит идея сглаженной плотности распределения?
2. На чём основан метод парзеновского окна?
3. Как выглядит парзеновская оценка плотности распределения?
4. В чём заключаются достоинства и недостатки оценок плотности распределения

методом парзеновского окна?

5. На чём основана оценка методом k_n ближайших соседей?
6. Опишите основную идею правила ближайшего соседа.
7. В чём состоит расширение правила ближайшего соседа для k ближайших соседей?
8. Опишите простейший способ получения полиномиальных разделяющих функций.
9. Дайте определение базисной функции.
10. Дайте определение линейного дискриминанта Фишера.
11. Какие матрицы называют матрицами разброса внутри класса и между классами?
12. В чём заключается идея сокращения размерности задачи методом множественного дискриминантного анализа?

Тема 1.5 Линейные методы классификации.

Цель: изучить процедуры и приёмы определения разделяющих функций, линейных либо по компонентам вектора $\mathbf{x}$, либо по некоторому заданному множеству функций от $\mathbf{x}$.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под весовым вектором и величиной порога при задании разделяющей функции?
2. Какое решающее правило лежит в основе линейного классификатора для 2^x классов?
3. Что понимается под разделяющей гиперплоскостью?
4. Опишите процедуру построения линейной машины.
5. В каких случаях разделяющая поверхность имеет вид гиперсферы?
6. Дайте определение полиномиальной разделяющей функции.
7. Какие выборки называют линейно разделяемыми?
8. Какой весовой вектор называют разделяющим вектором?
9. В чём состоит основная идея метода градиентного спуска?
10. Дайте определение персептронной функции критерия.
11. В чём заключается суть метода минимальной квадратичной ошибки?
12. Покажите связь разделяющей функции, найденной по методу минимальной квадратичной ошибки, с линейным дискриминантом Фишера.

Тема 1.6 Обучение без учителя и группировка

Цель: введение в методологию машинного обучения без учителя (самообучения).

Контрольные вопросы

1. Какие функции плотности распределения выборок называют плотностью смеси?
2. Каково основное назначение процедур группировки (кластер-процедур)?
3. В чём заключается суть метода максимального правдоподобия?
4. Как выражается связь между байесовским решением и решением по максимуму правдоподобия для байесовского обучения без учителя?
5. Что понимается под подходом принятия направленных решений при обучении без учителя?
6. Приведите пример нормировки данных.
7. Какую группировку называют разделением с минимальной дисперсией?
8. В чём заключается идея использования внутригрупповых и межгрупповых матриц рассеяния при определении функции критерия качества группировки?
9. Что понимается под базовой процедурой минимальной квадратичной ошибки?
10. Какую последовательность разделений выборок на группы называют иерархической группировкой?
11. Что показывает дендрограмма?

12. Дайте сравнительное определение агломеративной и разделяемой иерархической процедуры группировки.
13. Сформулируйте определение минимального покрывающего дерева.
14. В чём заключается основная идея алгоритма «ближайший сосед»?
15. Какая группировка соответствует связанным компонентам в графе подобия?
16. Что понимается под многомерным масштабированием?
17. Что является целью анализа главных компонент?
18. В чём особенность уменьшения размерности данных методом главных компонент?

Раздел 2 Обработка изображений

Тема 2.1 Математическое описание непрерывных изображений

Цель: введение основных понятий математического представления непрерывных изображений и их дискретизации.

Контрольные вопросы

1. В чём различие между детерминированным и статистическим подходом к описанию изображений?
2. Что представляют собой координаты цвета?
3. Как определяется средняя по времени яркость изображения в точке с координатами (x, y) и пространственная яркость в момент времени t ?
4. Дайте определение двумерной δ - функции Дирака.
5. Какая двумерная система называется линейной?
6. Что понимается под импульсным откликом двумерной системы?
7. Какая линейная двумерная система называется пространственно-инвариантной?
8. Опишите операцию свёртки.
9. Как осуществляется обнаружение и выделение контуров (границ) на изображении?
10. Что понимается под спектром изображения?
11. Что является достаточным условием существования Фурье-спектра для функции, описывающей изображение?
12. В чём заключаются полезные функциональные свойства двумерного преобразования Фурье?
13. Чему равен Фурье-спектр двумерной автокорреляционной функции изображения?
14. Как связаны Фурье-спектры первых пространственных производных функции, описывающей изображение, с Фурье-спектром этой функции?
15. Чему равен Фурье-спектр функции, полученный в результате свёртки двух функций?
16. Какой случайный процесс, порождающий изображения, называется стационарным в строгом смысле?
17. Какой случайный процесс, порождающий изображения, называется стационарным в широком смысле?
18. Что представляет собой энергетический спектр стационарного изображения?
19. Какой вид имеет автоковариационная функция двумерного марковского процесса первого порядка?
20. Каким образом получаются пространственные отсчёты исходного изображения в идеальной системе дискретизации изображений?
21. Что представляет собой спектр дискретизованного изображения?
22. Что понимается под восстановлением дискретизованного изображения?
23. Как представляется пространственно-частотный спектр восстановленного непрерывного изображения?

24. Какими соображениями руководствуются, выбирая шаг дискретизации изображения?
25. Каким образом выбирается модель (тип) фильтра для восстановления исходного изображения?
26. В чём особенности дискретизации зашумлённых изображений?
27. Каковы последствия выбора недостаточной частоты дискретизации изображения?

Тема 2.2 Реальные системы восстановления изображений

Цель: изучить особенности восстановления изображений с применением различных вариантов интерполяционных функций, а также влияние неидеальности восстанавливающих фильтров.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение и опишите структуру некогерентной и когерентной оптической системы восстановления изображений.
2. В чём особенность использования электронно-оптических устройств в системах восстановления изображений?
3. Какую интерполяционную функцию даёт многократно повторяемая свёртка треугольной функции с прямоугольной?
4. К чему сводится непрерывный билинейный способ интерполяции изображений?
5. От чего зависит величина ошибки восстановления непрерывного изображения?
6. Как можно исследовать влияние неидеальности восстанавливающего фильтра на качество восстановления изображения?
7. Как численно оценивается потеря резкости, вызванная неидеальностью восстанавливающей функции?
8. Каким образом вычисляется ошибка восстановления изображения, связанная с внесением ложных высокочастотных составляющих спектра?

Тема 2.3 Реставрация и улучшение изображений

Цель: изучение методов организации повторяющихся и рекурсивных вычислений, а также приемов работы со списками в языке Пролог.

Контрольные вопросы

1. Как можно оценить качество воспроизводимого изображения при его кодировании для хранения или передачи с минимумом возможного количества цифр?
2. Что характеризует верность воспроизведения изображения?
3. Что понимается под субъективной экспертизой качества изображения?
4. Назовите виды экспертных оценок качества изображения.
5. Что понимается под шкалой “общего качества”?
6. Какая шкала позволяет оценивать в баллах степень искажений от “незаметных” до “крайне нежелательных”?
7. К чему сводится процедура улучшения изображений?
8. Перечислите способы приведения диапазона яркостей выходного изображения в соответствие с диапазоном яркостей исходного.
9. В чём заключается суть обращённого и пилообразного контрастного масштабирования?
10. Дайте определение операции поразрядного среза.
11. Как выглядит гистограмма распределения яркостей типичного изображения естественного происхождения, подвергнутого линейному квантованию?
12. Что предусматривает метод видоизменения гистограммы яркостей?

13. Что является целью процедуры выравнивания гистограммы яркостей?
14. Каким образом на изображении могут проявляться шумы видеодатчиков и ошибки в канале передачи?
15. Каким образом реализуется сглаживание шума на основе пространственной низкочастотной фильтрации?
16. Дайте определение одномерного медианного фильтра.
17. В каких случаях медианный фильтр вызывает нежелательное подавление полезного сигнала?
18. В чём состоит идея каскадной медианной фильтрации?
19. Опишите механизм формирования и возможные сферы применения “ложных цветов”.
20. Что понимается под реставрацией изображений (проблемой реставрации)?

2) Практическая работа

Критерии оценки	Количество вариантов заданий
Правильность выполнения работы	1
Полнота ответов на защите	
Задача решена правильно	

Практическая работа № 1

Задание: Создать программную модель сцены, построенную из примитивов.

Вопросы по работе:

1. Дайте определение функции интенсивности изображения.
2. Какой процесс называется взятием отсчётов (квантованием)?
3. В чём суть проблемы разбиения полутоновой шкалы на дискретные градации?
4. Какую функцию интенсивности называют дискретной, а какую – аналоговой?
5. Какой оператор называют перекрёстным оператором Робертса?
6. Сформулируйте понятие градиентного изображения.
7. В чём заключается суть процесса пространственного дифференцирования (взятия градиента, выделения контуров, повышения резкости)?

Практическая работа № 2

Задание: Реализовать программно движение сцены «вверх-вниз», «вправо-влево» с закливанием и по заданной кривой, и произвести масштабирование сцены (минимальный размер сцены – точка, максимальный – весь экран). Движение сцены и ее масштабирование должно происходить медленно и без скачков.

1. В чём суть классического метода борьбы с шумом на изображении путём усреднения?
2. Что понимается под процессом регуляризации функций интенсивности изображений?
3. Какой метод сглаживания бинарных изображений называют логическим усреднением (логическим сглаживанием)?
4. В чём заключается идея прямого и обратного перспективного преобразования в однородных координатах?

Практическая работа № 3

Задание:

Создать модели для k классов. Исходными данными являются $P[i]$ и $n(m[i], E[i])$,

$i = 1, \dots, k$, где $P[i]$ – вероятность появления i -го класса, $m[i]$ – вектор математических ожиданий для i -го класса, $E[i]$ – корреляционная матрица для i -го класса. Размерность вектора $m[i]$ равна d . Матрица $E[i]$ имеет размерность $d \times d$.

Количество векторов в каждом классе – n (задается преподавателем).

1. В чём геометрический смысл задачи классификации?
2. Дайте определение разделяющей (решающей) границы в пространстве признаков.
3. Что понимается под вероятностями неверной (ошибочной) классификации?
4. Какую величину в теории статистических решений называют условным средним риском?
5. Каким образом вычисляется функция правдоподобия для некоторого заданного класса? Приведите примеры для реализованных в работе моделей.

Практическая работа № 4

Задание:

Используя сгенерированные выборки для каждого класса, найти оценки $m[i]$, $E[i]$, $P[i]$ и определить длину выборки, необходимую для получения оценок k классов заданной точностью ε .

1. В чём особенность байесовской оценки параметров вероятностной модели класса?
 2. Что понимается под состоятельной оценкой параметра?
 3. Какую оценку называют несмещённой?
 4. Что понимается под достаточной статистикой для оценивания параметра?
- Приведите пример на материале выполненных заданий.

Практическая работа № 5

Задание:

Построить разделяющие границы по методу Байеса и по методу min расстояний по найденным оценкам, а также по созданным моделям.

1. Что лежит в основе линейного классификатора для случая двух классов?
2. В каком случае поверхность решений представляется гиперплоскостью?
3. Дайте определение весового вектора и сформулируйте условие, при котором он рассматривается как разделяющий вектор (вектор решения).
4. Сформулируйте основную идею разделяющей функции Байеса (на примере выполненных заданий).
5. Какие статистики могут быть использованы в качестве меры близости при вычислении оценок минимального расстояния по вектору неизвестных параметров?
6. Что понимается под функцией правдоподобия?
7. В чём сходство и отличие байесовского оценивания и оценки максимального правдоподобия?

Примерные варианты задач по темам практических работ № 1 – 5.

1 Даны среднее квадратическое отклонение (σ), выборочная средняя (x_s , нижний индекс от англ. *sample* – выборка) и объём выборки (n) нормально распределённого признака. Найти доверительные интервалы для оценки неизвестного математического ожидания $m(x_s)$ с заданной надёжностью (доверительной вероятностью, γ).

Примеры.

- 1) исходные данные: $\sigma = 2$, $x_s = 5,40$, $n = 10$, $\gamma = 0,95$; правильный ответ:
 $4,16 < m(x_s) < 6,64$;
- 2) исходные данные: $\sigma = 3$, $x_s = 20,12$, $n = 25$, $\gamma = 0,99$; правильный ответ:
 $18,57 < m(x_s) < 21,67$.

2 Найти минимальный объём выборки, при котором с надёжностью 0,95 точность оценки математического ожидания нормально распределённого признака по выборочной средней будет равна 0,2, среднее квадратическое отклонение равно 2.

Правильный ответ: $n = 385$.

3 Дано “исправленное” среднее квадратическое отклонение (s), выборочная средняя (x_s) и объём (n) малой выборки нормально распределённого признака. Найти, пользуясь распределением Стьюдента, доверительные интервалы для оценки неизвестного математического ожидания с заданной надёжностью (γ).

Примечание. Согласно определению, “исправленное” среднее квадратическое отклонение равно квадратному корню из “исправленной” дисперсии. Значение же последней получается умножением значения выборочной дисперсии на $n/(n-1)$.

Примеры.

- 1) исходные данные: $s = 1,5$, $x_s = 16,8$, $n = 12$, $\gamma = 0,95$; правильный ответ:
 $15,85 < m(x_s) < 17,75$;
- 2) исходные данные: $s = 2,4$, $x_s = 14,2$, $n = 9$, $\gamma = 0,99$; правильный ответ:
 $11,512 < m(x_s) < 16,888$.

4 Из генеральной совокупности извлечена выборка объёма $n = 50$. Найти несмещённую оценку генеральной средней для следующих исходных данных:

$$\begin{array}{cccc} x_i & 2 & 5 & 7 & 10 \\ n_i & 16 & 12 & 8 & 14, \end{array}$$

где x_i – варианты выборки, n_i – частота варианты x_i .

Решение. Несмещённой оценкой генеральной средней является выборочная средняя $\bar{x}_s = (\sum n_i x_i) / n = (16 \cdot 2 + 12 \cdot 5 + 8 \cdot 7 + 14 \cdot 10) / 50 = 5,76$.

5 Найти выборочную среднюю по заданному распределению выборки объема $n = 10$:

x_i	1250	1270	1280
n_i	2	5	3

Решение. Будем рассматривать условные варианты $u_i = x_i - 1270$.

Имеем распределение:

u_i	-20	0	10
n_i	2	5	3

Искомая выборочная средняя:

$$\bar{x}_s = C + \frac{\sum n_i u_i}{n} = 1270 + \frac{2 \cdot (-20) + 5 \cdot 0 + 3 \cdot 10}{10} = 1270 - 1 = 1269.$$

6 По выборке объема $n = 41$ найдена смещенная оценка $D_s = 3$ генеральной дисперсии. Найти несмещенную оценку дисперсии генеральной совокупности.

Решение. Искомая несмещенная оценка равна исправленной дисперсии:

$$s^2 = [n/(n-1)] \cdot D_s = (41/40) \cdot 3 = 3,075.$$

7 Найти выборочную дисперсию по данному распределению выборки объема $n = 10$:

x_i	186	192	194
n_i	2	5	3

Решение. Будем рассматривать условные варианты $u_i = x_i - 191$ (здесь из каждой варианты вычитается число $C = 191$, близкое к выборочной средней). В итоге имеем распределение условных вариантов:

u_i	-5	1	3
n_i	2	5	3

Далее находим искомую выборочную дисперсию:

$$D_s = \left(\sum_i n_i u_i^2 \right) / n - \left[\left(\sum n_i u_i \right) / n \right]^2 = (2 \cdot 5^2 + 5 \cdot 1^2 + 3 \cdot 3^2) / 10 - [(2 \cdot (-5) + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 3) / 10]^2 = 8,2 - 0,16 = 8,04.$$

3) Экзамен

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Демонстрирует всестороннее и глубокое знание теоретического материала	18	3
Задача решена правильно		

Экзамен состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть экзамена представляет собой два вопроса из разделов учебной дисциплины. Практическая часть экзамена состоит из задачи.

Вопросы к экзамену:

1. Краткие исторические сведения по возникновению и становлению дисциплины распознавания образов и обработки изображений.
2. Обзор целей и задач РО и ОИ.
3. Теория классификации.
4. Байесовский классификатор.
5. Общий случай классификатора Байеса.
6. Понятие разделяющих функций.
7. Нормальное распределение, двумерный и одномерный случай.
8. Оценка параметров и обучение с учителем.
9. Оценка максимального правдоподобия случай нормального распределения.
10. Проблемы размерности.
11. Непараметрические методы.
12. Оценка плотности распределения.
13. Парzenовские окна.
14. Оценка методом K ближайших соседей.
15. Аппроксимация путем разложения в ряд.
16. Линейные методы.
17. Линейный дискриминант Фишера.
18. Линейные разделяющие функции и поверхности решения.
19. Минимизация квадратичной ошибки.
20. Обучение без учителя и группировка.
21. Оценка параметров по методу максимального правдоподобия.
22. Случай Гаусовских распределений.
23. Простая приближенная процедура.
24. Группировка, меры подобия.
25. Критерии расстояния.
26. Итеративная оптимизация.
27. Иерархическая группировка.
28. Алгоритмы "ближний" и "дальний" сосед.
29. Случай неизвестного числа групп.
30. Математическое описание непрерывных изображений.
31. Линейные операторы.
32. Двумерное преобразование Фурье.
33. Дискретизация непрерывных изображений.
34. Реальные системы дискретизации изображений.
35. Реальные системы воспроизведения изображений.
36. Интерполяционные функции.
37. Восстановление изображений.
38. Квантование изображений.
39. Математическая постановка задачи квантования.
40. Понятие субъективной и объективной оценки качества изображений.
41. Реставрация и улучшение изображений.
42. Преобразование гистограмм яркостей.
43. Подавление шумов.
44. Обработка с преобразованием.
45. Медианная фильтрация.

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Институт электронных и информационных систем
Кафедра информационных технологий и систем

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

Учебная дисциплина **«Распознавание образов и обработка изображений»**
Для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) Программное обеспечение вычислительной техники и
автоматизированных систем

1. Подавление шумов.
2. Дискретизация непрерывных изображений.
3. Задача.

Принято на заседании кафедры _____

«____» _____ 20__ г.

Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ (ФИО)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б

(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения учебной дисциплины «Распознавание образов и обработка изображений»

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / перевод с английского В.В.Чепыжова. - Москва : Техносфера, 2006. - 615 с. : ил.+ CD-ROM. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 614-615. - Прил.: с. 531-613. - ISBN 5-94836-092-X. - ISBN 0-13-008519-7	3	
2 Новейшие методы обработки изображений / Под общей редакцией А.А.Потапова. - Москва : Физматлит, 2008. - 496 с., [12] л. ил. : ил. - Библиогр.: с. 468-486. - ISBN 978-5-9221-0841-6	1	
3 Яне Бернд. Цифровая обработка изображений = Digital image processing / перевод с английского А.М.Измайловой. - Москва : Техносфера, 2007. - 583 с. : ил.+ CD-ROM. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 575-583. - На корешке: XI.06. - ISBN 978-5-94836-122-2. - ISBN 3-540-24035-7	1	
4 Шапиро Линда. Компьютерное зрение = Computer vision : учебное пособие для вузов / перевод с английского: А.А.Богуславского, С.М.Соколова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 752 с., [4] л. ил. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце гл. - Указ.: с. 717-743. - ISBN 0-13-030796-3. - ISBN 5-94774-384-1	2	
5 Лбов Г.С. Устойчивость решающих функций в задачах распознавания образов и анализа разнотипной информации. - Новосибирск : Издательство института математики, 2005. - 217 с. : ил. - Библиогр.: с. 204-215. - ISBN 5-86134-130-3	1	
Электронные ресурсы		
Прэтт У. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. / У. Прэтт // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/image/page/409334		
Патрик Э. Основы теории распознавания образов: пер. с англ. / Э.Патрик // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1095153		
Дуда Р. Распознавание образов и анализ сцен: пер. с англ. / Р. Дуда, П. Харт // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/image/page/409298		
Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений: пер. с англ. / [Т.С. Хуанг, Дж.-О. Эклунд, Г.Дж. Нуссбаумер и др.; под ред. Т.С. Хуанга] // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1095166		
Розенфельд А. Распознавание и обработка изображений с помощью вычислительных машин: пер. с англ. / А. Розенфельд // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1095167		
Методы компьютерной обработки изображений / под ред. В.А.Сойфера // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1004878		
Кнут Д. Искусство программирования. В 4-х т. Т.2: Получисленные алгоритмы: пер. с англ. / Д. Кнут // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1095237		
Краммер Г. Математические методы статистики: пер. с англ. / Г.Краммер // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1095190		

Кибернетический сборник, новая серия, выпуск 27 // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1095252		
Емельянов Г.М. Распознавание образов и обработка изображений: краткий курс лекций / Г.М. Емельянов // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/dep/t/515278/i.454744/?id=3_119		
Емельянов Г.М. Распознавание образов и обработка изображений: методические указания по выполнению курсовой работы / Г.М. Емельянов // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/image/page/423721		
Емельянов Г.М. Распознавание образов и обработка изображений: лабораторный практикум. Методические указания / Г.М. Емельянов // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/35788		
Михайлов Д.В. Теоретические основы, методы и алгоритмы формирования знаний о синонимии для задач анализа и сжатия текстовой информации: дис. док. физ.-мат. наук: 05-13-17 / Д.В. Михайлов // MachineLearning.ru http://www.machinelearning.ru/wiki/images/a/a1/Thesis_mdv.pdf		
Воронцов К.В. Лекции по статистическим (байесовским) алгоритмам классификации / К.В. Воронцов // Портал ВЦ РАН http://www.ccas.ru/voron/download/Bayes.pdf		
The Concept Explorer http://conexp.sourceforge.net		
Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В.Е. Гмурман // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1097143		
Рабинер Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов: пер. с англ. / Л. Рабинер, Б. Гоулд // Портал НовГУ http://www.novsu.ru/file/1097960		

Таблица Б.2 –Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / перевод с английского П.А. Чочиа. - Москва : Техносфера, 2005. - 1070 с. : ил. - (Мир цифровой обработки). - Указ.: с. 1067-1070. - ISBN 5-94836-028-8. - ISBN 0-201-18075-8	1	
Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / перевод с английского П.А. Чочиа. - Москва : Техносфера, 2006. - 1070 с. : ил. - (Мир цифровой обработки). - Указ.: с. 1067-1070. - ISBN 5-94836-028-8. - ISBN 0-201-18075-8	5	
2 Шестаков К.М. Теория принятия решений и распознавание образов : Курс лекций. - Минск : БГУ, 2005. - 183, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 181-182. - Прил.: с. 180. - ISBN 985-485-411-6	1	
Электронные ресурсы		

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/	в открытом доступе	-

Зав. кафедрой

« 10 »

подпись

И.О.Фамилия

2020 г.

Приложение В
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины «Распознавание образов и обработка изображений»**

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись